



(10) **DE 10 2015 000 076 A1** 2016.07.14

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 000 076.4**

(22) Anmeldetag: **12.01.2015**

(43) Offenlegungstag: **14.07.2016**

(51) Int Cl.: **H02J 3/26 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**RWE Deutschland AG, 45128 Essen, DE**

(74) Vertreter:  
**COHAUSZ & FLORACK Patent- und  
Rechtsanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB,  
40211 Düsseldorf, DE**

(72) Erfinder:  
**Gaul, Armin, Dr.-Ing., 59379 Selm, DE;  
Diefenbach, Ingo, Dr.-Ing., 59425 Unna, DE**

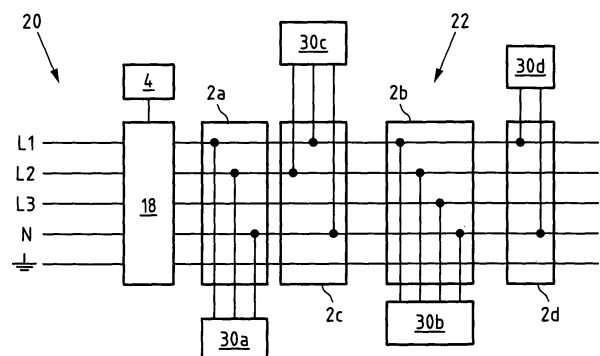
(56) Ermittelte Stand der Technik:  
**DE 10 2009 060 364 A1  
DE 10 2011 078 047 A1  
WO 2014/ 191 692 A1**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben eines elektrischen Verbrauchers oder Erzeugers an einem Teilnehmernetz sowie eine Vorrichtung und eine Schaltmatrix**

(57) Zusammenfassung: Ein leistungsoptimierter Betrieb eines elektrischen Teilnehmers wird ermöglicht durch Messen von zumindest einer elektrischen Größe an zumindest zwei eingangsseitigen Phasen einer zumindest zwei Ausgänge aufweisenden Schaltmatrix, wobei die Eingänge mit verschiedenen Phasen eines Teilnehmernetzes verbunden sind, und Zuordnen von zumindest einem Eingang der Schaltmatrix zu zumindest einem Ausgang der Schaltmatrix abhängig von der Messung, wobei in der Schaltmatrix zumindest weniger Ausgänge Eingänge zugewiesen werden, als Eingänge vorhanden sind.



## Beschreibung

**[0001]** Der Gegenstand betrifft ein Verfahren, eine Vorrichtung und eine Schaltmatrix zum Betreiben von elektrischen Verbrauchern oder Erzeugern an einem Teilnehmernetz.

**[0002]** Der Betrieb eines Mehrphasennetzes, insbesondere eines Dreiphasennetzes, beispielsweise eines Drehstromnetzes, ist weitgehend geregelt. Hierbei ist insbesondere die Leistungsaufnahme eines Teilnehmernetzes pro Phase beschränkt, um zu verhindern, dass eine Differenz einer elektrischen Größe zwischen den Phasen einen Höchstwert überschreitet. Durch Unsymmetrien an dem Teilnehmer entstehen erhöhte Verluste in dem Teilnehmernetz, welche zu vermeiden sind. Insbesondere führt eine ungleiche Belastung des Teilnehmernetzes an den Phasen zu einer Nullpunktverschiebung/Sternpunktverschiebung. Um diese auszugleichen sind Ausgleichsströme im Nullleiter notwendig, die unnötige Verluste verursachen.

**[0003]** Darüber hinaus hat eine aufgrund ungleicher Belastung unsymmetrische Spannung im Drehstromnetz negative Auswirkungen auf Verbraucher, die auf eine möglichst symmetrische Spannung angewiesen sind (z. B. Drehstrom-Asynchronmotoren für kontinuierliches Drehmoment. Bei nicht kontinuierlichem Drehmoment besteht die Gefahr von Lagerschäden aufgrund eines „nicht rund laufen“ des Motors).

**[0004]** In der Regel ist die Lastverteilung im Dreiphasennetz aufgrund einer statistischen Verteilung im Wesentlichen gleich. So ist beispielsweise in einem Haushalt das Teilnehmernetz durch den Elektriker an den drei Phasen L1, L2 und L3 des Verteilnetzes angeschlossen. Hierbei erfolgt ein Anschluss der Teilnehmer des Haushaltes an eine der drei Phasen L1, L2, L3 im Wesentlichen nach dem Zufallsprinzip, nämlich je nachdem, an welche Phase der Elektriker die jeweilige Zuleitung im Verteilkasten angeschlossen hat. Aufgrund dieser statistischen Verteilung einer Vielzahl von leistungsschwachen Teilnehmern ist davon auszugehen, dass die Unsymmetrie im Teilnehmernetz und mithin im Verteilnetz, hier der Niederspannungsebene, unbeachtlich ist und es eine mehr oder weniger gleichmäßige Phasenauslastung gibt.

**[0005]** Um jedoch signifikante Unsymmetrien, insbesondere durch den Betrieb einzelner leistungsstarker Teilnehmer zu verhindern, wird in den technischen Anschlussbedingungen (TAB Niederspannung) gefordert, dass leistungsstarke Verbraucher mit einer Grenzleistung, in Deutschland beispielsweise über 4,6 kVA, an allen drei Phasen des Teilnehmernetzes zu betreiben sind. Die Verbraucher müssen so ausgelegt sein, dass sie eine jeweils gleichmäßige Phasenbelastung hervorrufen. Außerdem ist in den

technischen Anschlussbedingungen gefordert, dass die maximale Unsymmetrie pro Netzanschluss einen Maximalwert, in Deutschland beispielsweise 4,6 kVA, nicht überschreiten darf. Dies führt zu Einschränkungen der Teilnehmer, insbesondere dazu, dass Teilnehmer die nur einphasig betrieben werden, Leistungen von beispielsweise 4,6 kVA, insbesondere Leistungen, die der maximal zulässigen Unsymmetrie genügen, nicht überschreiten dürfen.

**[0006]** So ist es beispielsweise in Deutschland gefordert, dass einphasig angeschlossene Photovoltaik-einrichtungen nur maximal 4,6 kVA in diese Phase in das Verteilnetz einspeisen dürfen. Auch einphasig ladende Elektrofahrzeuge dürfen aus dieser einzelnen Phase nicht mehr als 4,6 kVA beziehen. Die technischen Anschlussbedingungen führen somit zur Leistungsbeschränkung angeschlossener Teilnehmer aufgrund der geforderten Symmetrie an den Phasen des Verteilnetzes, welche im Zweifel zu einer Leistungseinschränkung der Teilnehmer führen kann. Die tatsächlich über das Teilnehmernetz übertragbare Leistung ist wesentlich höher als die angegebene Grenzleistung, darf jedoch aus Gründen der geforderten Symmetrie am Übergabepunkt die Grenzleistung nicht überschreiten.

**[0007]** Der Anschluss von Elektrofahrzeugen wird zunehmend als problematisch erkannt. So belasten Elektrofahrzeuge das Netz weder zeitlich noch räumlich deterministisch vorhersagbar. Auch wollen Autohersteller zum Teil auch zweiphasig laden, so dass die zulässige Schiefast zukünftig auch nur auf der vom Fahrzeug nicht belasteten Phase liegen kann. Es kann zu erheblichen Schiefasten kommen, wenn nicht in den Betrieb solcher Verbraucher eingegriffen wird. Auf der anderen Seite kann ein Erzeuger, z. B. eine KWK-Heizung, eine Solaranlage oder dergleichen teilweise auch nur ein- oder zweiphasig betrieben werden. Diese Einspeisungen führen in der Regel ebenfalls zu Schiefasten. Speist z. B. eine Solaranlage auf der Phase L1 ein und bezieht ein Elektrofahrzeug auf den Phasen L2 und L3 elektrische Leistung, so ist die Schiefast denkbar groß.

**[0008]** Dem Gegenstand lag somit die Aufgabe zugrunde, die Phasenlage eines Teilnehmers, z. B. einer Last oder eines Einspeisers, z. B. einer Photovoltaikanlage an aktuelle Bedingungen anpassen zu können.

**[0009]** Diese Aufgabe wird gegenständlich durch ein Verfahren nach Anspruch 1, ein Verfahren nach Anspruch 6, eine Vorrichtung nach Anspruch 7, eine Vorrichtung nach Anspruch 12 sowie eine Schaltmatrix nach Anspruch 13 oder 14 gelöst.

**[0010]** Nachfolgend ist die Rede von Teilnehmern, wenn alternativ sowohl Verbraucher als auch Erzeuger (auch Einspeiser genannt) gemeint sein können.

Der Gegenstand sowie alle beschriebenen Ausführungsbeispiele lassen sich sowohl auf einen elektrischen Verbraucher als auch einen elektrischen Erzeuger anwenden.

**[0011]** Bei einem Verbraucher erfolgt eine Zuordnung zwischen einem Eingang der Schaltmatrix und einem Ausgang der Schaltmatrix, wobei der Eingang an einem Teilnehmernetz angeschlossen sein kann und der Ausgang an dem Verbraucher. Die Schaltmatrix hat in diesem Fall mehr Eingänge als Ausgänge. Bei einem Erzeuger erfolgt auch eine Zuordnung zwischen einem Eingang der Schaltmatrix und einem Ausgang der Schaltmatrix, wobei aber der Eingang an dem Erzeuger und der Ausgang an dem Teilnehmernetz angeschlossen sein kann. In diesem Fall hat die Schaltmatrix mehr Ausgänge als Eingänge.

**[0012]** In beiden Fällen ist die Schaltmatrix mit mehr Anschlüssen (Eingänge bzw. Ausgänge) an dem Teilnehmernetz angeschlossen als an dem Teilnehmer. Vorzugsweise erfolgt das Zuordnen von zumindest teilnehmerseitigen Anschlüssen der Schaltmatrix zu zumindest teilnehmernetzseitigen Anschlüssen der Schaltmatrix abhängig von der Messung. Vorzugsweise ist die Anzahl der teilnehmerseitigen Anschlüsse geringer als die Anzahl der teilnehmernetzseitigen Anschlüsse. Insbesondere kann eine Zuweisung zwischen den teilnehmerseitigen Anschlüssen und den teilnehmernetzseitigen Anschlüssen so erfolgen, dass weniger teilnehmernetzseitige Anschlüsse teilnehmerseitigen Anschlüssen zugeordnet werden, als teilnehmernetzseitige Anschlüsse vorhanden sind. Im Falle einer Last können teilnehmerseitige Anschlüsse Ausgänge und teilnehmernetzseitige Anschlüsse Eingänge sein. Im Falle eines Einspeisers können teilnehmerseitige Anschlüsse Eingänge und teilnehmernetzseitige Anschlüsse Ausgänge sein. Somit kann gegenständlich stets eine Selektion erfolgen, welche Phase oder welche Phasen des Teilnehmernetzes mit dem Teilnehmer verbunden werden. Hierdurch kann auf Schiefasten im Teilnehmernetz reagiert werden.

**[0013]** Bei dem gegenständlichen Verfahren kann der Verbraucher an zumindest einer Phase betreibbar sein. Ein Verbraucher kann z. B. ein Elektrofahrzeug oder ein sonstiger Hochleistungsverbraucher sein. Insbesondere kann der Verbraucher mit einer Last von mehr als 4,6 kVA pro Phase betreibbar sein.

**[0014]** Mit Hilfe einer Messeinrichtung kann zumindest eine elektrische Größe an zumindest zwei eingangsseitigen, vorzugsweise teilnehmernetzseitigen Phasen einer zumindest zwei Ausgänge aufweisenden Schaltmatrix gemessen werden.

**[0015]** Mit neuartigen Messstellen, Insbesondere sogenannten Smart Meter, kann in einem Teilnehmernetz nicht nur die Gesamtsystemleistung erfasst

werden, sondern die Leistungsbilanz einer jeden Phase. Es kann somit erfasst werden, welche Ströme pro Phase fließen und ermittelt werden, wie groß eine jeweilige Unsymmetrie zwischen den einzelnen Phasen ist. Mittels dieser Information ist es möglich, die Schaltmatrix so zu steuern, dass die Belastung der einzelnen Phasen symmetriert werden kann. Dies führt zu einer besseren Netzauslastung, da jede Phase möglichst optimiert genutzt wird und andererseits können Restriktionen hinsichtlich der maximalen Leistung pro Phase von Teilnehmer aufgehoben bzw. erhöht werden, da sich die Teilnehmer hinsichtlich der Phasenbelastung gegenseitig kompensieren können.

**[0016]** Zur Ermittlung der Belastung der einzelnen Phasen kann eine elektrische Größe, vorzugsweise die Stromstärke, an den jeweiligen Phasen teilnehmernetzseitig ermittelt werden. Dabei kann es notwendig sein, die elektrische Größe an zumindest zwei Phasen eines Teilnehmernetzes, insbesondere an einem Übergabepunkt zwischen einem Verteilnetz und dem Teilnehmernetz, zu erfassen. Insbesondere wird dabei die elektrische Größe in dem Teilnehmernetz, beispielsweise in dem Hausverteilnetz gemessen.

**[0017]** Die jeweils gemessene elektrische Größe, insbesondere die Stromstärke bzw. auch andere gemessene Größen, wie nachfolgend noch erläutert werden wird, können zwischen zumindest den beiden teilnehmernetzseitigen Phasen miteinander verglichen werden. Es kann ermittelt werden, welche der Größen insbesondere betragsmäßig die größte ist. Auch kann ein Vorzeichen berücksichtigt werden. Anschließend kann die Schaltmatrix so betrieben werden, dass der teilnehmerseitige Anschluss, insbesondere der Ausgang der Schaltmatrix, an den der Verbraucher angeschlossen ist, an denjenigen teilnehmernetzseitigen Anschluss, insbesondere den Eingang der Schaltmatrix angeschlossen wird, bei dem die elektrische Größe, z. B. die Stromstärke oder die Gesamtleistung am kleinsten oder am größten, z. B. bei einer Strommessung, ist.

**[0018]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist die elektrische Größe eine elektrische Stromstärke und/oder ein elektrisches Potential, insbesondere eine Spannung zwischen einer jeweiligen Phase und einem Nullleiter bzw. der Spannung zwischen den Phasen untereinander und/oder die elektrische Leistung an einer jeweiligen Phase und/oder eine Phasendifferenz zwischen Strom und Spannung an einer jeweiligen Phase. Vorzugsweise erfolgt eine Symmetrierung hinsichtlich möglichst aller genannten elektrischen Größen oder einer Auswahl von mehreren der genannten elektrischen Größen durch Schalten der Schaltmatrix abhängig von den gemessenen Größen.

**[0019]** Um eine Zuordnung jeweils einer Phase des Teilnehmernetzes zu einem der teilnehmerseitigen Anschlüsse, insbesondere Ausgänge der Schaltmatrix zu ermöglichen, können die teilnehmernetzseitigen Anschlüsse der Schaltmatrix mit verschiedenen Phasen eines Teilnehmernetzes verbunden sein. Hierdurch kann eine Auswahl getroffen werden, welcher Phase des Teilnehmernetzes mit dem Teilnehmer verbunden wird.

**[0020]** Zumindest ein Eingang der Schaltmatrix kann zu zumindest einem Ausgang der Schaltmatrix zugeordnet werden. Hierzu kann eine Schaltung vorgesehen sein, die abhängig von der Messung jeweils einen Eingang auf einen Ausgang schaltet. Es werden bevorzugt weniger als alle Eingänge auf vorzugsweise alle Ausgänge geschaltet. Eine Auswahl der Eingänge, die genutzt wird, also auf Ausgänge geschaltet wird, ist dadurch möglich, dass bei der Zuordnung in der Schaltmatrix weniger Ausgänge Eingängen zugewiesen werden, als Eingänge vorhanden sind. Somit kann zumindest ein Eingang frei von einer Zuordnung zu einem Ausgang sein, wodurch dieser Eingang durch den Verbraucher nicht belastet wird.

**[0021]** Die Schaltmatrix kann nach einem Ausführungsbeispiel genau einen Ausgang aufweisen. In diesem Fall kann der Verbraucher ein einphasiger Verbraucher sein. Im Falle eines einphasigen Einspeisers hätte die Schaltmatrix ggf. genau einen Eingang. Auch kann der Verbraucher an genau zwei Phasen betrieben werden. Die Schaltmatrix hätte dann genau zwei Ausgänge. Im Falle eines zweiphasigen Erzeugers hätte die Schaltmatrix zwei Eingänge. Die Schaltmatrix hat vorzugsweise eine gleiche Anzahl an Ausgängen wie die Anzahl der Phasen ist, mit denen der Verbraucher betrieben wird. Im Falle eines Erzeugers hätte die Schaltmatrix vorzugsweise eine gleiche Anzahl an Eingängen wie die Anzahl der Phasen ist, mit denen der Erzeuger betrieben wird. Auch kann die Anzahl der Eingänge, bzw. Ausgänge bei einem Erzeuger, gleich der Anzahl der Phasen des Teilnehmernetzes sein. Somit kann die Schaltmatrix vorzugsweise teilnehmernetzseitig mit allen Phasen verbunden werden und ermöglicht eine selektive Zuordnung von Phasen des Teilnehmernetzes zu einzelnen Phasen des Teilnehmers, abhängig von Informationen zu der gemessenen Größe.

**[0022]** Mittels der Schaltmatrix kann ein Strompfad zwischen jeweils einem teilnehmernetzseitigen Anschluss und zumindest einem teilnehmerseitigen Anschluss geschaltet werden. Somit kann eine Symmetrierung der elektrischen Größen auf der Seite des Teilnehmernetzes erfolgen, in dem die Schaltmatrix die Zuordnung so vornimmt, dass die elektrischen Größen der Phasen des Teilnehmernetzes durch die vom Teilnehmer bezogene bzw. eingebrachte elektrische Größe einander angenähert werden.

**[0023]** Es wird vorgeschlagen, dass zumindest eine elektrische Größe laufend gemessen wird. Hierzu kann vorzugsweise zyklisch eine Messung vorgenommen werden. Die Messung kann in zeitlichen Abständen erfolgen. Somit kann die Zuordnung zwischen Eingang und Ausgang dynamisch angepasst werden und auf sich verändernde Netzbedingungen reagiert werden. Die Zuordnung erfolgt abhängig von der laufenden Messung. Insbesondere kann dynamisch, also in zeitlichen Abständen zyklisch überwacht werden, ob die vorhandene Zuordnung die optimale Symmetrierung bewirkt. Auch kann bei einer Messung kurzzeitig, also z. B. für die Dauer der Messung, der Strompfad zwischen Eingang und Ausgang getrennt werden, um die Messung unabhängig von dem Teilnehmer zu machen. Auch kann eine Messung am teilnehmerseitigen Anschluss erfolgen. Somit kann der Wert der elektrischen Größe des Teilnehmers bestimmt werden.

**[0024]** Es wird vorgeschlagen, dass die Zuordnung abhängig von der Messung während des laufenden Betriebs des Verbrauchers verändert wird. Verändern sich die Bedingungen im Teilnehmernetz kann es sinnvoll sein, die Belastung bzw. Entlastung der Phasen des Teilnehmernetzes durch den Teilnehmer zu verändern. Zunächst kann jedoch auch die Zuordnung zu Beginn des Betriebs des Verbrauchers abhängig von der Messung erfolgen. Auch kann diese Zuordnung zu Beginn eines Betriebs des Verbrauchers erfolgen und für die Dauer des Betriebs des Teilnehmers unverändert bleiben. Bei einer solchen statischen Zuordnung ist die Anzahl der Messungen geringer und die Anzahl der Schaltvorgänge der Schaltmatrix, was zur Verlängerung der Lebensdauer der Schaltmatrix beiträgt.

**[0025]** Es wird vorgeschlagen, dass die Eingänge nacheinander mit zunehmendem Betrag der gemessenen elektrischen Größe jeweils einem der Ausgänge zugeordnet werden. Wird die elektrische Größe Stromstärke oder Last der Phase gemessen, ist es sinnvoll, zunächst die Phase des Teilnehmernetzes mit der Verbraucher zu verbinden, an der diese Größe am geringsten ist und nach und nach die Phasen mit dem Verbraucher zu verbinden, bei denen diese Größe danach jeweils am geringsten ist. Bei der elektrischen Größe Spannung in den Phasen des Teilnehmernetzes wäre zunächst die Phase mit dem größten Betrag mit dem Verbraucher zu verbinden. Bei einem Erzeuger wäre die Reihenfolge bei allen elektrischen Größen genau umgekehrt. Wird insbesondere die elektrische Größe Stromstärke oder Last der Phase gemessen, ist es sinnvoll, zunächst die Phase des Teilnehmernetzes mit der Erzeuger zu verbinden, an der diese Größe am größten ist und nach und nach die Phasen mit dem Verbraucher zu verbinden, bei denen diese Größe danach jeweils größer ist. Bei der elektrischen Größe Spannung in den Phasen des Teilnehmernetzes wäre insbesondere

re zunächst die Phase mit dem kleinsten Betrag mit dem Erzeuger zu verbinden.

**[0026]** Bei dem gegenständlichen Verfahren zum Betreiben eines elektrischen Erzeugers an zumindest einer Phase eines Teilnehmernetzes wird vorgeschlagen, dass zumindest eine elektrische Größe des Teilnehmernetzes gemessen wird, wobei das Teilnehmernetz mit zumindest zwei verschiedenen Phasen an einer zumindest zwei Ausgänge aufweisenden Schaltmatrix angeschlossen ist. Anschließend kann ein Zuordnen von zumindest einem Eingang der Schaltmatrix zu zumindest einem Ausgang der Schaltmatrix abhängig von der Messung erfolgen. Im Falle eines Erzeugers kann eine Auswahl der Ausgänge, die genutzt wird, also auf Eingänge geschaltet wird, dadurch ermöglicht sein, dass bei der Zuordnung in der Schaltmatrix weniger Eingänge Ausgängen zugewiesen werden, als Ausgänge vorhanden sind. Somit kann zumindest ein Ausgang frei von einer Zuordnung zu einem Eingang sein, wodurch dieser Ausgang durch den Erzeuger nicht gespeist wird. Somit können die erzeugerseitigen Eingänge selektiv auf ausgewählte Ausgänge geschaltet werden und Unsymmetrien zwischen Phasen des Teilnehmernetzes verringert werden.

**[0027]** Ein weiterer Gegenstand ist eine Vorrichtung bzw. ein System eingerichtet zum Betreiben eines elektrischen Verbrauchers an zumindest einer Phase umfassend eine Messeinrichtung eingerichtet zum Messen von zumindest einer elektrischen Größe an zumindest zwei teilnehmernetzseitigen Phasen einer zumindest zwei teilnehmernetzseitigen Anschlüsse aufweisenden Schaltmatrix, mit einer Schaltmatrix eingerichtet zum Zuordnen von zumindest einem teilnehmerseitigen Anschluss der Schaltmatrix zu zumindest einem teilnehmernetzseitigen Anschluss der Schaltmatrix abhängig von der Messung, wobei die Schaltmatrix zumindest einen teilnehmerseitigen Anschluss weniger als teilnehmernetzseitige Anschlüsse aufweist. Die Anschlüsse können im Fall eines Verbrauchers teilnehmerseitig Ausgänge und teilnehmernetzseitig Eingänge sein. Die Anschlüsse können im Fall eines Einspeisers teilnehmerseitig Eingänge und teilnehmernetzseitig Ausgänge sein.

**[0028]** Die Messeinrichtung und/oder die Schaltmatrix können in dem Teilnehmer integriert sein. In diesem Fall kann der Teilnehmer selbstständig eine Verbindung zu ausgewählten Phasen eines Teilnehmernetzes herstellen.

**[0029]** Auch können die Messeinrichtung und/oder die Schaltmatrix räumlich von dem Teilnehmer getrennt, insbesondere in einem eigenen Gehäuse gebildet sind. Die Messeinrichtung kann z. B. an einem Übergabepunkt zwischen dem Teilnehmernetz und einem Verteilnetz, insbesondere im Bereich eines Hausanschlusses angeordnet sein. Die Messein-

richtung kann die Information zu der Messung, also z. B. ein Schaltbefehl oder die Größe eines gemessenen Wertes an die Schaltmatrix übermitteln. Die Schaltmatrix kann z. B. zwischen dem Übergabepunkt und dem Teilnehmer, insbesondere als eigenständige Baugruppe gebildet sein. Somit können Teilnehmer zur Durchführung des Gegenstandes nachgerüstet werden, in dem in einem Verbindungskabel zwischen Teilnehmernetz und Teilnehmer eine Schaltmatrix angeordnet wird.

**[0030]** In der Schaltmatrix können elektrische Schalter vorzugsweise als Halbleiterbauelemente, insbesondere als Leistungshalbleiter gebildet sein und mit einem geeigneten Prozessor abhängig von der Information zu der Messung geschaltet werden. Ein Prozessor kann in der Schaltmatrix oder der Messeinrichtung dazu programmiert sein, abhängig von einer Information zur Messung und einer Information zur elektrischen Leistung bzw. Belastung, Entlastung des Teilnehmernetzes durch den Teilnehmer die Zuordnung so vorzunehmen, dass eine momentane Unsymmetrie im Teilnehmernetz durch die elektrischen Eigenschaften des Teilnehmers verringert wird.

**[0031]** Die Messeinrichtung und/oder die Schaltmatrix können bevorzugt in einer Ladevorrichtung, einem Ladekabel oder einem Ladestecker für Elektrofahrzeuge integriert sein. Auch kann die Messeinrichtung und/oder die Schaltmatrix in einem Elektrofahrzeug integriert sein. Hierdurch kann ein Elektrofahrzeug unmittelbar vom Hersteller zur Durchführung des Verfahrens eingerichtet sein, oder durch geeignete Ladevorrichtungen, Ladekabel oder Ladestecker nachgerüstet werden.

**[0032]** Um die Information zu Messungen von der Messeinrichtung zur Schaltmatrix übermitteln zu können, wird vorgeschlagen, dass die Messeinrichtung und die Schaltmatrix in Wirkverbindung miteinander geschaltet sind, insbesondere dass zwischen der Messeinrichtung und der Schaltmatrix eine Kommunikationsverbindung gebildet ist. Der Schaltbefehl kann in der Messeinrichtung erstellt werden und als Information zur Messung an die Schaltmatrix übermittelt werden. Auch kann die Information zur Messung derart sein, dass diese die Reihenfolge der Werte (Beträge und/oder Vorzeichen) der elektrischen Größen an den Phasen des Teilnehmernetzes beinhaltet und in der Schaltmatrix der Prozessor diese Information auswertet und in Schaltbefehle umwandelt. Schließlich kann auch der Wert der Messung selbst übertragen werden und in der Schaltmatrix geeignet verarbeitet werden.

**[0033]** Es wird vorgeschlagen, dass die Messeinrichtung als Teil eines Stromzählers, insbesondere als Teil eines Smart Meters gebildet ist. Dies kann insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn die Messeinrichtung an einem Übergabepunkt angeordnet ist.

**[0034]** Gegenständlich kann ein Teilnehmernetz z. B. ein Hausverteilnetz sein. Das entsprechende Verteilnetz kann dann das Niederspannungsnetz des Energieversorgers bzw. Verteilnetzbetreibers sein. Der Übergabepunkt kann der Hausanschlusspunkt sein. In diesem Fall ist es möglich, Unsymmetrien innerhalb des Hausnetzes festzustellen und durch einen entsprechenden Betrieb der Schaltmatrix diese Unsymmetrien zumindest teilweise zu kompensieren. Insbesondere kann eine Verschiebung des Nullpunktes bzw. Sternpunktes bewirkt werden, derart, dass dieser sich dem Sternpunkt bei symmetrischer Last annähert. Insbesondere sollen Nulleiterströme verkleinert, vorzugsweise minimiert werden.

**[0035]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel wird vorgeschlagen, dass das Teilnehmernetz zumindest drei Phasen aufweist. Ein solches Teilnehmernetz, insbesondere ein Drehstromnetz, ist häufig als Hausverteilnetz oder auch als Ortsverteilnetz vorhanden. Die Phasendifferenz der drei Phasen beträgt in der Regel  $120^\circ$ . Ein mehr als Dreiphasennetz ist jedoch auch möglich. Sobald die elektrische Größe der Phasen ermittelt wurde, kann die Reihenfolge der Werte der gemessenen elektrischen Größe ermittelt werden. Anschließend kann eine Schaltmatrix angewiesen werden, die Eingänge und Ausgänge so zu verschalten, dass sich die Werte der gemessenen Größen einander annähern.

**[0036]** In vorteilhafter Weise werden die elektrischen Größen der Phasen an dem Übergabepunkt einander angenähert. Dies bedeutet, dass die Werte der elektrischen Größen pro Phase durch den Betrieb der Schaltmatrix verändert, insbesondere angehoben oder abgesenkt werden können, insbesondere so, dass sie sich einander zumindest betragsmäßig annähern. Ziel des Betriebes der Schaltmatrix ist es dabei, eine möglichst symmetrische Verteilung der elektrischen Leistung über alle Phasen zu erzielen.

**[0037]** Bei der dynamischen Messung der elektrischen Größen wird vorgeschlagen, dass im laufenden Betrieb, beispielsweise in Intervallen, beispielsweise in Sekunden-, 30 Sekunden-, 1 Minuten- oder 10 Minuten-Schritten die elektrischen Größen gemessen werden. Anschließend kann dynamisch der laufende Betrieb der Schaltmatrix verändert werden, und eine Verringerung der Unterschiede der elektrischen Größen zwischen den Phasen dynamisch bewirkt werden. Es stellt sich somit ein Regelkreis ein, bei dem die elektrischen Größen der Phasen dynamisch einander angenähert werden. Eine zeitliche Verzögerung beim Anpassen der Zuordnung kann dazu genutzt werden, dass der Regelkreis nicht überschwingt.

**[0038]** Ein Smart Meter kann neben der Messung der Gesamtsystemleistung auch phasenspezifisch eine Messung von elektrischen Größen, insbesondere

re von Strom, Spannung, Phasenlage, Leistung und dergleichen durchführen. Dies kann in einer zeitlichen Auflösung von wenigen Millisekunden bis wenigen Minuten erfolgen. Insbesondere kann das Smart Meter die Information zu der gemessenen Größe in einem Intervall ausgeben, dessen Länge abhängig von der Verarbeitungsgeschwindigkeit des nachgelagerten Regelkreises ist.

**[0039]** Der Teilnehmer ist vorzugsweise ein zwei, drei oder mehrphasig betriebener Teilnehmer. Der Teilnehmer bezieht zum Betrieb elektrische Leistung aus zwei oder mehr Phasen gleichzeitig oder speist zwei oder mehr Phasen gleichzeitig mit elektrischer Leistung.

**[0040]** Nachfolgend wird der Gegenstand anhand einer ein Ausführungsbeispiel zeigenden Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

**[0041]** Fig. 1a ein Zeigerdiagramm eines dreiphasigen Netzes mit symmetrischer Belastung;

**[0042]** Fig. 1b das Zeigerdiagramm nach Fig. 1a zusammen mit einem Sternpunkt im Nullpunkt;

**[0043]** Fig. 2a ein Zeigerdiagramm eines dreiphasigen Netzes mit unsymmetrischer Belastung;

**[0044]** Fig. 2b das Zeigerdiagramm nach Fig. 2a zusammen mit einem Sternpunkt der aus dem Nullpunkt verschoben ist;

**[0045]** Fig. 2c das Zeigerdiagramm nach Fig. 2b mit einer Kompensation durch Verbraucher durch Verwendung der Schaltmatrix;

**[0046]** Fig. 2d das Zeigerdiagramm nach Fig. 2b mit einer Kompensation durch einen Erzeuger durch Verwendung der Schaltmatrix;

**[0047]** Fig. 3 eine Schaltmatrix nach einem Ausführungsbeispiel

**[0048]** Fig. 4 eine schematische Ansicht eines mit drei Teilnehmern betriebenen Teilnehmernetzes und eines Übergabepunktes zwischen einem Ortsverteilnetz und einem Hausverteilnetz sowie einer Messeinrichtung und Schaltmatrizen;

**[0049]** Fig. 5 eine Schaltmatrix in einem Ladekabel;

**[0050]** Fig. 6 eine Schaltmatrix in einem Elektrofahrzeug;

**[0051]** Fig. 7 eine Schaltmatrix in einer Ladestation.

**[0052]** Fig. 1a zeigt zur Erläuterung ein Zeigerdiagramm eines dreiphasigen Teilnehmernetzes. Beispielsweise ist das Zeigerdiagramm der Stromstärke der

drei Phasen L1, L2 und L3 dargestellt. Zu erkennen ist in der **Fig. 1**, dass die Ströme der drei Phasen L1, L2, L3 einen Realanteil und einen Imaginäranteil ( $I, jI$ ) aufweisen. Die Phasenlage, also der Winkel  $\varphi$  einer jeden Phase verändert sich laufend mit  $\omega t$ , wobei  $\omega = 2\pi \cdot f$ , mit  $f$  gleich der Netzfrequenz ist. In der Darstellung führt dies dazu, dass die Zeiger mit der Netzfrequenz um den Nullpunkt N rotieren. Der Strom einer jeden Phase L1, L2, L3 entspricht der Länge des Zeigers (dessen Betrag) und setzt sich aus der Summe von realen und imaginären Teil zusammen.

**[0053]** In der **Fig. 1a** ist zu erkennen, dass die Stromstärken, also die Längen der Zeiger  $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$ ,  $I_{L3}$  gleich lang sind und somit eine Symmetrie der Stromstärken aller drei Phasen vorliegt. Dies ist auch in **Fig. 1b** zu erkennen. Darin ist zu erkennen, dass die Ströme  $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$  und  $I_{L3}$  zwischen der jeweiligen Phase L1, L2 und L3 und dem Nullleiter N sich derart summieren, dass der Sternpunkt dieser Ströme und der Nullpunkt N zusammenfallen.

**[0054]** Zur Vermeidung von größeren Unsymmetrien im Verteilnetz ist vorgeschrieben, dass pro Phase ein Teilnehmer maximal 4,6 kVA verbrauchen darf oder maximal 4,6 kVA einspeisen darf. Diese Maximalleistung ist abhängig von der zulässigen Stromstärke pro Phase.

**[0055]** Beispielsweise ist in den Niederlanden pro Phase eine Maximalstromstärke von 35 A je Phase üblich. Lädt ein Elektrofahrzeug an zwei Phasen, und befindet sich kein weiterer Großverbraucher in dem Netz, so kann das Elektrofahrzeug an jeder Phase ohne Einschränkung laden und somit beispielsweise 32 A je Phase beziehen. Dies bedeutet eine Ladeleistung von ca. 14 kW. In dem Moment, in dem im Netz ein weiterer Verbraucher an einer Phase arbeitet, beispielsweise mit 16 A, stehen für das Laden nur noch weitere 19 A an dieser Phase zur Verfügung. Bisher wurde die Ladeleistung des Elektrofahrzeugs dann auf jeder Phase auf diesen Wert beschränkt, so dass die Gesamtstromstärke auf der am meisten belasteten Phase den maximal zulässigen Wert nicht überschritt. Dies führte dazu, dass die Ladeleistung von  $2 \times 32$  A je Phase auf nur noch  $2 \times 19$  A je Phase und somit nur noch 8,7 kW beschränkt wurde. Dadurch wurde sichergestellt, dass die Maximalbelastung einer Phase nicht überschritten wird. Gegenständiglich ist es nun durch die Schaltmatrix möglich, die beiden Phasen des Elektrofahrzeugs auf die Phasen des Teilnehmernetzes zu schalten, welche am geringsten belastet sind. Im Beispiel könnten die zwei Phasen des Fahrzeugs auf die Phasen ohne weitere Verbraucher gelegt werden, und somit weiterhin beide Phasen mit 32 A laden.

**[0056]** Eine Phasenunsymmetrie ist beispielsweise in der **Fig. 2a** dargestellt. Zu erkennen ist, dass auf Phase L1 der größte Strom  $I_{L1}$  fließt, auf Phase L2

eine mittlere Stromstärke  $I_{L2}$  und auf Phase L3 die kleinste Stromstärke  $I_{L3}$ . Die maximal zulässige Phasenunsymmetrie in Deutschland beträgt 4,6 kVA. Bei 230 V also 20 A. Um diese maximale Phasenunsymmetrie stets einhalten zu können, sind herkömmlich alle Teilnehmer derart eingestellt, dass wenn sie mit höherer Leistung betrieben sind, mehrphasig betrieben werden müssen und an den einzelnen Phasen symmetrisch betrieben werden müssen.

**[0057]** In der **Fig. 2b** ist zu erkennen, dass aufgrund der Unsymmetrie die Summe der Phasenströme ungleich 0 ist. Durch den resultierenden Strom durch den Nullleiter erfolgt eine Verschiebung des Sternpunktes S gegenüber dem Nullpunkt N. Gegenständiglich wird nun vorgeschlagen, die Eingänge der Schaltmatrix mit den Ausgängen der Schaltmatrix so zu verschalten, dass der Teilnehmer stets an den Phasen des Teilnehmernetzes angeschlossen ist, an denen er der Unsymmetrie entgegen wirkt oder zumindest diese nicht vergrößert. Ein Erzeuger würde mit seinen Phasen an die Phasen des Teilnehmernetzes angeschlossen werden, die den größten Leistungsbedarf bzw. den geringsten Spannungswert der Phasen haben. Ein Verbraucher würde an die Phasen angeschlossen, die die geringste Belastung oder die höchste Spannung der Phasen haben. Ein Beispiel einer Zuordnung eines Verbrauchers ist beispielhaft in der **Fig. 2c** dargestellt.

**[0058]** In dem in **Fig. 2c** gezeigten Beispiel ist z. B. ein zweiphasiger Verbraucher an die Ausgänge einer Schaltmatrix angeschlossen. Die Eingänge der Schaltmatrix sind mit den drei Phasen L1, L2 und L3 des Teilnehmernetzes verbunden. Zunächst werden die Ströme  $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$  und  $I_{L3}$  im Teilnehmernetz gemessen. Es wird erkannt, dass die Werte der Ströme  $I_{L3}$ ,  $I_{L2}$ ,  $I_{L1}$  in aufsteigender Reihenfolge den Phasen L3, L2 L1 zugeordnet werden können. Somit wäre es sinnvoll, den Verbraucher mit einer ersten Phase an die Phase L3 anzuschließen und mit einer zweiten Phase an die Phase L2. Die Phase L1 sollte unbelastet bleiben. Die teilnehmernetzseitigen Eingänge L3 und L2 werden dann durch die Schaltmatrix auf die beiden Phasen des Verbrauchers geschaltet. Die Phase L1 würde nicht geschaltet werden.

**[0059]** Hierdurch ergäbe sich das in **Fig. 2c** gestrichelt dargestellte Zeigerdiagramm. Zu erkennen ist, dass die Unsymmetrie zwischen den Phasen L1, L2 und L3 verringert (im Beispiel aufgehoben) ist. Der Sternpunkt S ist näher an den Nullleiter heran geführt (im Beispiel in den Nullpunkt geführt). Somit fließen weniger Ausgleichströme im Nullleiter N.

**[0060]** In dem in **Fig. 2d** gezeigten Beispiel ist z. B. ein einphasiger Erzeuger an die Eingänge einer Schaltmatrix angeschlossen. Die Ausgänge der Schaltmatrix sind mit den drei Phasen L1, L2 und L3 des Teilnehmernetzes verbunden. Zunächst wer-

den die Ströme  $I_{L1}$ ,  $I_{L2}$  und  $I_{L3}$  im Teilnehmernetz gemessen. Es wird erkannt, dass die Werte der Ströme in absteigender Reihenfolge den Phasen L1, L2 L3 zugeordnet werden können. Somit wäre es sinnvoll, den Erzeuger mit seiner Phase an die Phase L1 anzuschließen. Die Phase L2 und L3 sollte unbelastet bleiben. Der teilnehmernetzseitige Ausgang L1 wird dann durch die Schaltmatrix auf die Phase des Erzeugers geschaltet. Die Phasen L2 und L3 würde nicht geschaltet werden.

**[0061]** Hierdurch ergäbe sich das in **Fig. 2d** gestrichelt dargestellte Zeigerdiagramm. Zu erkennen ist, dass die Unsymmetrie zwischen den Phasen L1, L2 und L3 durch das Einspeisen des Stroms in  $I_{L1}$  verringert ist. Der Sternpunkt S ist näher an den Nullleiter heran geführt. Somit fließen weniger Ausgleichströme im Nullleiter N.

**[0062]** **Fig. 3** zeigt eine Schaltmatrix **2** und eine Messeinrichtung **4**, die über eine Kommunikationsverbindung **6** verbunden sind. Die Messeinrichtung **4** kann auch Bestandteil der Schaltmatrix **2** sein. Die Messeinrichtung **4** kann auch an einem Übergabepunkt, z. B. in Form eines Smart Meters angeordnet sein.

**[0063]** In der Schaltmatrix **2** sind Eingänge **8** mit Ausgängen **10** verbunden. Die Anzahl der Ausgänge **10** kann kleiner als die Anzahl der Eingänge **8** sein, vorliegend sind zwei Ausgängen A1 und A1 und drei Eingänge L1, L2 und L3 vorhanden. Es ist aber auch möglich, dass ein dritter Ausgang **10** vorhanden ist. Ein Nullleiter N kann durch die Schaltmatrix **2** durchgeschleift sein. Gleiches gilt für den Schutzleiter. Im Falle eines Erzeugers kann die Begrifflichkeit umgekehrt sein, dann sind die Ausgänge A1 und A2 als Eingänge zu bezeichnen und die Eingänge L1, L2 und L3 als Ausgänge.

**[0064]** Zu erkennen ist, dass in der Schaltmatrix Schalter **12a–f** vorgesehen sind. Jeweils ein Schalter **12** verbindet jeweils einen Eingang L1, L2, L3 mit einem Ausgang A1, A2. Die Schalter werden über einen Prozessor **14** angetrieben. Der Prozessor ist so programmiert, dass jeweils nur die Anzahl an Schaltern **12** geschlossen ist, die der Anzahl der Ausgänge A1, A2 entspricht. Ferner ist jeweils ein Ausgang A1, A2 jeweils genauer nur mit einem Eingang L1, L2 oder L3 verbunden.

**[0065]** Die Schalter **12** stehen in Verbindung mit dem Prozessor **14**. Der Prozessor steht mit einer Kommunikationseinrichtung **16** in Verbindung. Über die Kommunikationseinrichtung **16** ist die Messeinrichtung **4** mit der Schaltmatrix **2** verbunden. Die Verbindung kann eine Power Line Communication Verbindung sein. Andere Möglichkeiten der Verbindung sind z. B. drahtlose Verbindungen. Es sind jegliche

drahtgebundene oder drahtlose Kommunikationsmittel und Protokolle möglich.

**[0066]** Der Prozessor **14** betreibt die Schalter **12** derart, dass eine Verschiebung der Phasenlagen wie in **Fig. 2c** gezeigt, ermöglicht ist. Im Falle eines Erzeugers kann der Prozessor **14** die Schalter **12** derart schalten, dass ein Verfahren wie in **Fig. 2c** gezeigt ist, ermöglicht ist.

**[0067]** Der Prozessor **14** empfängt Informationen zu einer Messung von der Messeinrichtung **4** über die Kommunikationseinrichtung **16**. Der Prozessor **14** wertet diese Information aus und steuert die Schalter **12** derart an, dass Unsymmetrien einer elektrischen Größe auf den Phasen L1, L2, L3 entgegen gewirkt wird.

**[0068]** **Fig. 4** zeigt beispielhaft einen Übergabepunkt **18** an einem Ortsnetz **20**, welches als Niederspannungsnetz oder Verteilnetz verstanden werden kann. Jenseits des Ortsnetz' **20** ist ein Teilnehmernetz **22** an dem Übergabepunkt **18** angeschlossen, welches beispielsweise eine Hausverteilung ist. Der Übergabepunkt **18** kann am Hausanschlusspunkt als auch im Hausverteilkasten angeordnet sein. An dem Übergabepunkt **18** ist ein Messgerät **4** angeordnet. Mittels des Messgeräts **4**, welches beispielsweise ein Smart Meter ist, kann die Leistung einer jeden Phase L1, L2, L3 ermittelt werden. Ferner kann die Phasenlage, Stromstärke, die Spannung und/oder Wirk- und Blindleistung ermittelt werden. Gegenständlich reicht es aus, wenn an dem Messgerät **4** zumindest eine dieser elektrischen Größen, vorzugsweise die Stromstärke, ermittelt wird.

**[0069]** Ferner ist in der **Fig. 4** zu erkennen, dass an dem Teilnehmernetz **22** für jeden der Teilnehmer **30a–d** jeweils eine Schaltmatrix **2a–d** vorgesehen ist. Der Teilnehmer **30a** kann beispielsweise eine mindestens zweiphasig betriebene Photovoltaikanlage sein. Der Teilnehmer **30c** kann beispielsweise ein mindestens zweiphasig betriebener Batteriespeicher sein und der Teilnehmer **30b** kann beispielsweise ein Elektrofahrzeug sein, welches dreiphasig angeschlossen ist, aber nur zweiphasig laden kann.

**[0070]** Ein Anschluss an den Erdungsleiter sowie den Schutzleiter für jeden der Teilnehmer **30** versteht sich und ist daher nicht eingezeichnet. Schließlich ist in der **Fig. 4** ein einphasig betriebener Verbraucher **30d** dargestellt.

**[0071]** Gegenständlich überwacht das Messgerät **4** laufend zumindest eine der elektrischen Größen jeder Phase L1, L2 L3 am Übergabepunkt **18**. Informationen zu den gemessenen Größen werden an die Schaltmatrizen **2a–d** übermittelt und die Teilnehmer **30** werden entsprechend an die Phasen L1, L2, L3 angeschlossen, um Unsymmetrien zwischen diesen



zu verringern. Dies soll am folgenden Beispiel verdeutlicht werden.

**[0072]** Der Teilnehmer **30d** wird beispielsweise mit 10 A betrieben. Zunächst wird im nachfolgenden Beispiel davon ausgegangen, dass die Photovoltaikanlage **30a** als auch der Batteriespeicher **30c** nicht in Betrieb sind. Durch den Betrieb des Teilnehmers **30d** wird eine Phase mit 10 A belastet.

**[0073]** Durch das Messgerät **4** wird festgestellt, welche der Phasen L1, L2 und L3 am geringsten belastet ist, also wo der netzseitige Strom am geringsten ist oder die Spannung am höchsten. Diese Phase wird entweder in der Messeinrichtung **4** oder in der Schaltmatrix **2d**, bzw. dem Prozessor **14** erkannt. Anschließend schaltet die Schaltmatrix **2d** die Phase L1 auf den Ausgang und verbindet somit den Teilnehmer **30d** mit der Phase L1, die dann mit 10 A belastet wird.

**[0074]** Das Elektrofahrzeug **30b**, welches zweiphasig betrieben wird, muss die Vorgaben hinsichtlich einer maximalen Belastbarkeit und Unsymmetrie der Phasen normalerweise beachten. Hierbei ist zu beachten, dass der Einfachheit halber nur das Elektrofahrzeug betrachtet wird, wobei in der Regel es nicht das einzelne Gerät ist, welches die Forderung nach Symmetrie beachten muss, sondern die Einhaltung der Forderung gilt für die Summe der von einem Kunden betriebenen Geräte.

**[0075]** Das Messgerät **4** misst erneut die Größe und stellt fest, dass die Phase L1 mit 10 A belastet ist, bzw. dass ggf. hierdurch nun die Phasen L3 und L2 weniger belastet sind, als die Phase L1. Somit wird die Schaltmatrix **2b** angewiesen, die Phasen L3 und L2 mit dem Elektrofahrzeug zu verbinden. In Summe führte dies dazu, dass die drei Phasen L1, L2, L3 möglichst gleichmäßig belastet werden.

**[0076]** Gegenständlich reicht es bereits aus, wenn durch entsprechende Zuordnungen eine mögliche gleichmäßige Belastung, also möglichst gleichgroße elektrische Größen an den Phasen L1, L2, L3 erreicht werden.

**[0077]** Ausgehend von dem gezeigten Beispiel werden nun auch die Photovoltaikanlage **30a** und der Batteriespeicher **30c** betrachtet. Während des Betriebs der Photovoltaikanlage **30a** kann diese beispielsweise auf zwei Phasen einspeisen.

**[0078]** Das Messgerät **4** stellt z. B. fest, dass die elektrische Last an den Phasen L1 und L2 am höchsten ist, z. B. in dem festgestellt wird, dass die Spannung an den Phasen L1 und L2 niedriger ist, als an der Phase L3. Die Schaltmatrix **2a** wird daher so angesteuert oder steuert sich selbst so, dass die Schalter einen teilnehmerseitigen Eingang mit der Phase L1 verbindet und den zweiten teilnehmerseitigen Ein-

gang mit der Phase L2 verbindet. Hierdurch werden die Spannungen an diesen Phasen L1 und L2 erhöht und die Unsymmetrie verringert.

**[0079]** Der Batteriespeicher **30c** kann beispielsweise auch auf zwei Phasen laden. Abhängig von der gemessenen elektrischen Größe können die beiden Ausgänge des Batteriespeichers, welche an den Eingängen der Schaltmatrix **2c** anliegen, mit zwei Ausgängen der Schaltmatrix **2c**, welche an den Phasen L1, L2 und L3 anliegen, verbunden werden. Dies erfolgt derart, dass die beiden Eingänge der Schaltmatrix **2c** mit denjenigen beiden Ausgängen der Schaltmatrix **2c** verkoppelt werden, dass die Leistung des Batteriespeichers in zwei der Phasen L1, L2, L3 eingespeist wird, in denen die Spannung am geringsten ist.

**[0080]** Es versteht sich, dass eine Vielzahl von Beispielen denkbar sind, wie durch ein Verschalten von Teilnehmern mit Phasen durch die Schaltmatrizen innerhalb eines Teilnehmernetzes **22** möglichen Unsymmetrien am Übergabepunkt **18** entgegengewirkt werden kann.

**[0081]** Fig. 5 zeigt ein Ladekabel **32** mit zwei Ladekabelsteckern **32a**, **32b**. Eine Schaltmatrix **2** und/oder ein Messgerät **4** (nicht dargestellt) kann im Ladekabel selbst oder in einem der Ladekabelstecker **32a**, **32b** integriert sein.

**[0082]** Fig. 6 zeigt ein Elektrofahrzeug **34**. Über eine Ladebuchse **34a** kann eine Ladesteuerschaltung **34b** gespeist werden. Die Ladesteuerschaltung **34b** kann z. B. zweiphasig betrieben werden. Die Ladebuchse **34a** kann dreiphasig an eine Ladestation angeschlossen sein. Eine Schaltmatrix **2** kann in dem Fahrzeug **34** zwischen der Ladebuchse **34a** und dem Ladesteuergerät **34b** geschaltet sein. Abhängig von einer z. B. in der Schaltmatrix **2** durchgeführten Messung können zwei der drei eingangsseitigen Phasen mit den beiden Ausgängen der Schaltmatrix **2** verbunden werden.

**[0083]** Ähnliches ist auch bei einer Ladestation **36** gemäß Fig. 7 möglich. Die Ladestation **36** kann eingangsseitig mit einer Schaltmatrix **2** an ein Verteilnetz **20** angeschlossen sein. An der Schaltmatrix **2** können Messeinrichtungen **4** vorgesehen sein. Die Messeinrichtungen können z. B. die Spannung auf den Phasen des Verteilnetzes **20** messen. Die beiden Phasen mit den höchsten Spannungen können von der Schaltmatrix **2** auf die Ladebuchse **36a** geschaltet werden. Eine dritte Phase der Ladebuchse **36a** kann blind geschaltet sein, also nicht mit dem Verteilnetz **20** verbunden sein. Ein Laden ist in diesem Fall nur über zwei Phasen möglich, wobei jeweils die beiden Phasen ausgewählt werden, welche momentan im Netz am wenigsten belastet sind.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines an zumindest einer Phase betreibbaren Verbrauchers umfassend:

- Messen von zumindest einer elektrischen Größe an zumindest zwei eingangsseitigen Phasen einer zumindest zwei Ausgänge aufweisenden Schaltmatrix, wobei die Eingänge mit verschiedenen Phasen eines Teilnehmernetzes verbunden sind,
- Zuordnen von zumindest einem Eingang der Schaltmatrix zu zumindest einem Ausgang der Schaltmatrix abhängig von der Messung, wobei in der Schaltmatrix zumindest weniger Ausgänge Eingänge zugewiesen werden, als Eingänge vorhanden sind.

2. Verfahren zum Betreiben eines elektrischen Erzeugers an zumindest einer Phase eines Teilnehmernetzes umfassend:

- Messen von zumindest einer elektrischen Größe des Teilnehmernetzes, wobei das Teilnehmernetz an zumindest zwei verschiedenen ausgangsseitigen Phasen einer zumindest zwei Ausgänge aufweisenden Schaltmatrix angeschlossen ist,
- Zuordnen von zumindest einem Eingang der Schaltmatrix zu zumindest einem Ausgang der Schaltmatrix abhängig von der Messung, wobei in der Schaltmatrix zumindest weniger Eingängen Ausgänge zugewiesen werden, als Ausgänge vorhanden sind

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verbraucher oder Erzeuger an genau einer Phase betrieben wird und die Schaltmatrix genau einen Ausgang aufweist und/oder dass der Verbraucher an genau zwei Phasen betrieben wird und die Schaltmatrix genau zwei Ausgänge aufweist und/oder dass die Anzahl der Ausgänge gleich der Anzahl der Phasen ist, mit denen der Verbraucher oder Erzeuger betrieben wird und/oder dass die Anzahl der Eingänge gleich der Anzahl der Phasen des Teilnehmernetzes ist.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine elektrische Größe laufend, vorzugsweise zyklisch und/oder in Abständen gemessen wird und dass das Zuordnen zumindest eines der Eingänge auf jeweils einen der Ausgänge abhängig von der laufenden Messung erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zuordnung abhängig von der Messung während des laufenden Betriebs des Verbrauchers oder Erzeugers verändert wird und/oder dass die Zuordnung zu Beginn des Betriebs des Verbrauchers abhängig von der Messung erfolgt und/oder dass die zu Beginn eines Betriebs des Verbrauchers oder Erzeugers für die Dauer des Betriebs des Teilnehmers unverändert bleibt.

6. Verfahren nach Anspruch einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Eingänge nacheinander mit zunehmendem Betrag der gemessenen elektrischen Größe jeweils einem der Ausgänge zugeordnet werden.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die an zumindest einer der Phasen gemessene elektrische Größe die elektrische Stromstärke an der jeweiligen Phase und/oder das elektrische Potential der jeweiligen Phase und/oder die elektrische Leistung der jeweiligen Phase und/oder eine Phasendifferenz zwischen Strom und Spannung an der jeweiligen Phase ist.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Teilnehmernetz zumindest drei Phasen aufweist und/oder dass die elektrische Größe an den zumindest drei Phasen gemessen wird.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrische Größe zwischen einem Verteilnetz und dem Teilnehmernetz durch eine Messeinrichtung, insbesondere ein Smart-Meter gemessen werden und/oder dass Betriebsinformationen zum Betrieb der Schaltmatrix von der Messeinrichtung zu der Schaltmatrix übermittelt werden, insbesondere dass die Betriebsinformationen über das Teilnehmernetz übermittelt werden.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Teilnehmernetz ein Hausverteilnetz ist und dass das Verteilnetz ein öffentliches Niederspannungsnetz ist.

11. Vorrichtung eingerichtet zum Betreiben eines elektrischen Verbrauchers an zumindest einer Phase umfassend:

- eine Messeinrichtung eingerichtet zum Messen von zumindest einer elektrischen Größe an zumindest zwei eingangsseitigen Phasen einer zumindest zwei Ausgänge aufweisenden Schaltmatrix,
- Zuordnen von zumindest einem Eingang der Schaltmatrix zu zumindest einem Ausgang der Schaltmatrix abhängig von der Messung, wobei die Schaltmatrix zumindest einen Ausgang weniger als Eingänge aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messeinrichtung und/oder die Schaltmatrix in dem Verbraucher integriert sind und/oder dass die Messeinrichtung und/oder die Schaltmatrix räumlich von dem Verbraucher getrennt, insbesondere in einem eigenen Gehäuse gebildet sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messeinrichtung und/oder die Schaltmatrix in einer Ladevorrichtung, einem Ladekabel oder einem Ladestecker für Elektrofahrzeuge integriert ist und/oder dass die Messeinrichtung und/oder die Schaltmatrix in einem Elektrofahrzeug integriert ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messeinrichtung und die Schaltmatrix in Wirkverbindung miteinander geschaltet sind, insbesondere dass zwischen der Messeinrichtung und der Schaltmatrix eine Kommunikationsverbindung gebildet ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messeinrichtung als Teil eines Stromzählers, insbesondere als Teil eines Smart Meters gebildet ist.

16. Vorrichtung eingerichtet zum Betreiben eines elektrischen Erzeugers an zumindest einer Phase eines Teilnehmernetzes umfassend:

- eine Messeinrichtung eingerichtet zum Messen von zumindest einer elektrischen Größe des Teilnehmernetzes, wobei das Teilnehmernetz an zumindest zwei ausgangsseitigen Phasen einer zumindest zwei Ausgänge aufweisenden Schaltmatrix angeschlossen ist,
- Zuordnen von zumindest einem Eingang der Schaltmatrix zu zumindest einem Ausgang der Schaltmatrix abhängig von der Messung, wobei die Schaltmatrix zumindest einen Ausgang mehr als Eingänge aufweist.

17. Schaltmatrix eingerichtet zum Betreiben eines an zumindest einer Phase betreibbaren elektrischen Verbrauchers wobei:

die Schaltmatrix zumindest zwei mit einem Teilnehmernetz verbindbare Eingänge und zumindest zwei mit dem Verbraucher verbindbare Ausgänge und zumindest einen Eingang mehr als Ausgänge aufweist, umfassend

- eine Empfangseinrichtung eingerichtet zum Empfangen einer Information zu einer Messung von zumindest einer elektrischen Größe des Teilnehmernetzes, und
- einer Schalteinrichtung eingerichtet zum Zuordnen von zumindest einem der Eingänge zu zumindest einem der Ausgänge abhängig von der empfangenen Information.

18. Schaltmatrix eingerichtet zum Betreiben eines an zumindest einer Phase eines Teilnehmernetzes betreibbaren elektrischen Erzeugers, wobei die Schaltmatrix zumindest zwei mit dem Teilnehmernetz verbindbare Ausgänge und zumindest zwei mit dem Erzeuger verbindbare Eingänge und zumindest einen Ausgang mehr als Eingänge aufweist, umfassend

– eine Empfangseinrichtung eingerichtet zum Empfangen einer Information zu einer Messung von zumindest einer elektrischen Größe des Teilnehmernetzes, und

einer Schalteinrichtung eingerichtet zum Zuordnen von zumindest einem der Eingänge zu zumindest einem der Ausgänge abhängig von der empfangenen Information.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

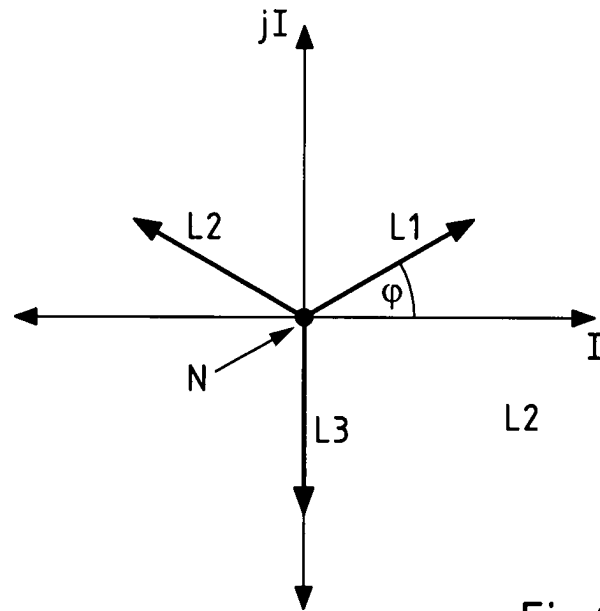


Fig.1a

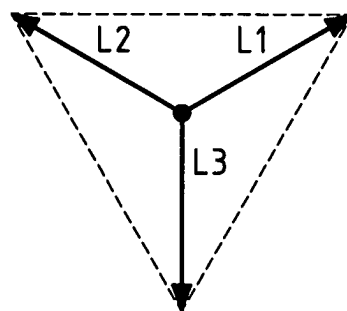


Fig.1b

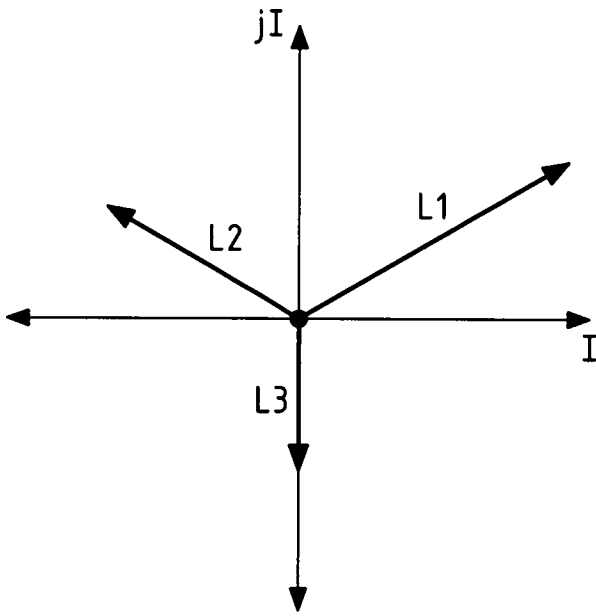


Fig.2a

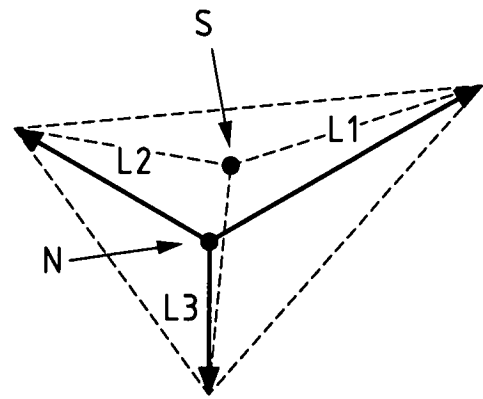


Fig.2b

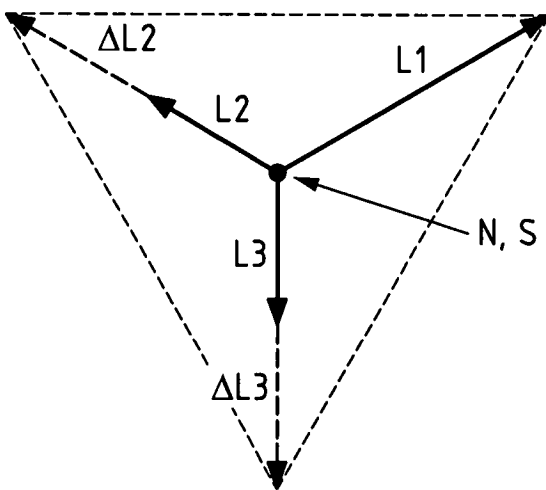


Fig.2c

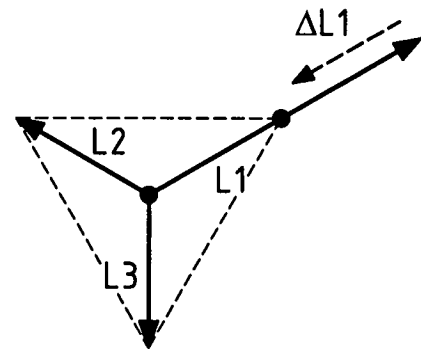


Fig.2d

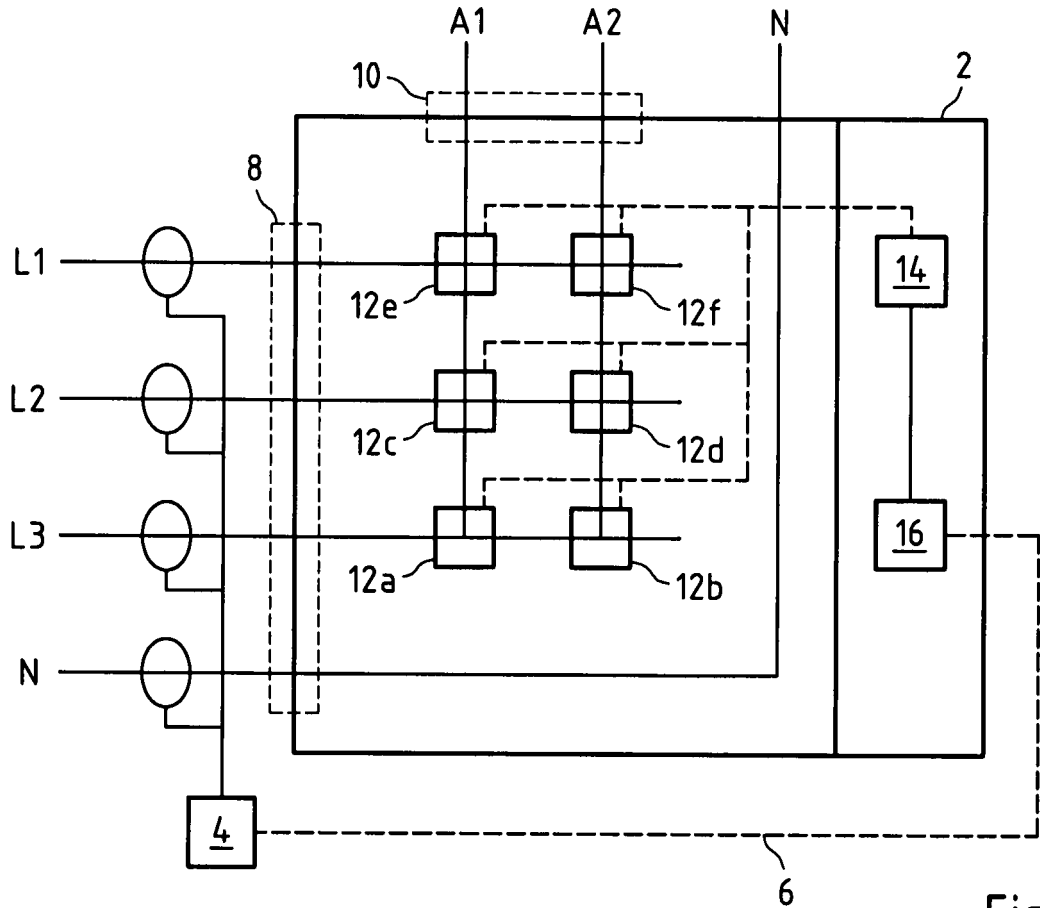


Fig.3

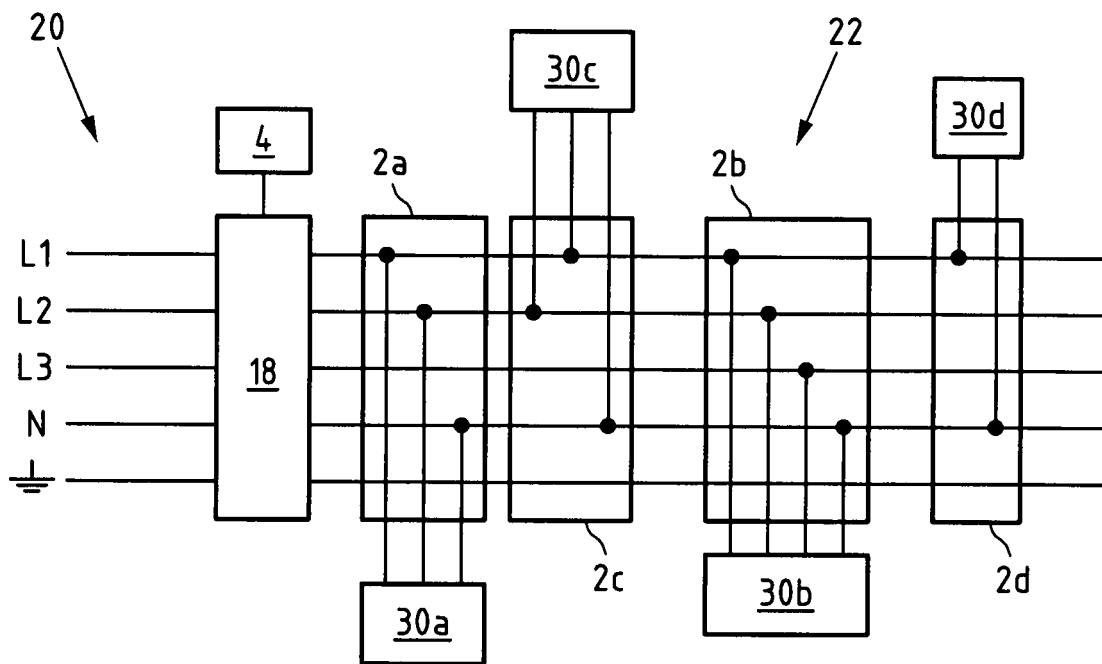


Fig.4

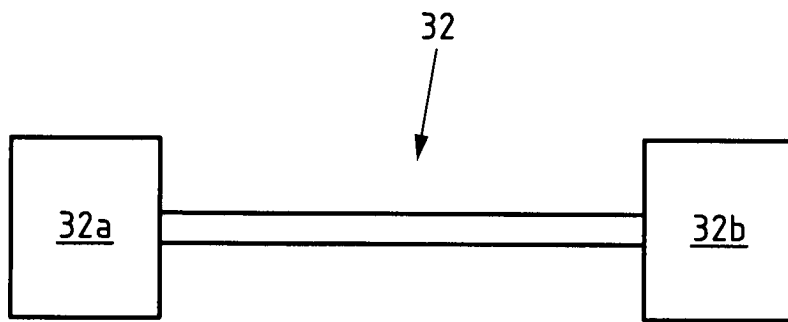


Fig.5

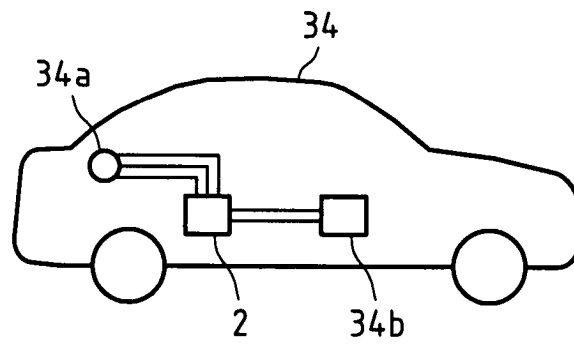


Fig.6

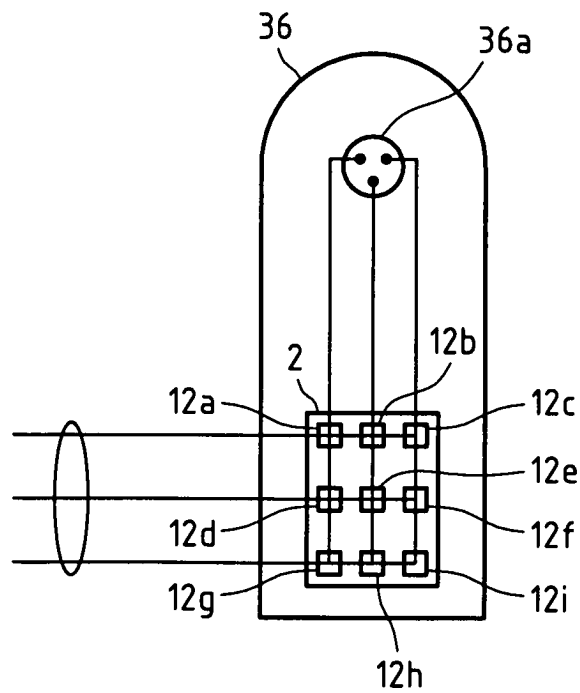


Fig.7